

Juha Parviainen

# Kaukolämpölaitoksen automaatiomodernisaatio

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

20.10.2014

Tekijä(t) Otsikko	Juha Parviainen Kaukolämpölaitoksen automaatiomodernisaatio
Sivumäärä Aika	xx sivua + x liitettä 15.9.2012
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Automaation tietotekniikka
Ohjaaja(t)	Automaatiosuunnittelupäällikkö Timo Hietikko Laboratorioinsinööri Kristian Junno
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Etteplan Oyj:lle ja käsittelee automaatioalan suunnittelutyötä, sekä syventyy työn alla olevan Joensuulaisen kaukolämpölaitoksen automaatiomodernisaatio projektiin.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää lukijalle automaatiosuunnittelutyön monia eri vaiheita ja kertoa jokaisesta suunnitteluvaiheesta mitä ne pitävät sisällään. Lisäksi työssä tarkastellaan automaatiosuunnittelua eri näkökulmista.</p> <p>Tässä työssä syvennytään myös suunnittelutyön alla olevaan kaukolämpölaitokseen ja selvitetään lukijalle mitä kaukovoimalaitoksen ohjauskuvaukseen.</p>	
Avainsanat	Suunnittelutyö, kaukolämpölaitos, vaiheet, määräykset

Author(s) Title	Juha Parviainen Automation modernization project of district heating plant
Number of Pages Date	xx pages + x appendices 15 September 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation technology
Specialisation option	Information technology of automation
Instructor(s)	Automation manager Timo Hietikko Laboratory engineer Kristian Junno
<p>This thesis has been made for Etteplan Corporation and it deals with the planning work, as well as explaining the work currently under in progress at Joensuu district heating plant automation modernization project.</p> <p>The purpose of this thesis is to explain to the reader about many different stages of automation planning and discuss each planning stage and what it contains. The study also examines the automation planning from different perspectives.</p> <p>This thesis explores the planning throughout the district heating plant, and explaining to the reader what the various provisions of the district heating plant planning work must be taken into account. The study also explains what information designers have available at the beginning of the project.</p>	
Keywords	planning work, district heating plant, stages, provisions

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Automaatioprojekti	2
2.1	Automaatiosuunnittelu	3
2.2	Automaatiosuunnittelun lähtötiedot ja vaatimukset	4
2.2.1	Automaatiosuunnittelun lähtötiedot	5
2.2.2	Automaatiosuunnittelun vaatimukset	6
2.3	Automaation suunnitteluprosessit	7
2.4	Automaatiosuunnitteluprosessien eri näkökulmat	9
2.4.1	Automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet	10
2.4.2	Automaatiosuunnittelutehtävien määrittely ja allokointi	11
2.4.3	Automaatiosuunnittelijan toimintamallit ja työtavat	12
2.5	Automaatiojärjestelmän elinkaari	12
3	Kaukovoimalaitoksen logiikan muutos	15
3.1	NETCON 3000	15
4	Kaukolämpölaitoksen ohjelmiston suunnittelu	16
4.1	Kaukovoimalaitoksen ohjelmistosuunnittelu	16
4.2	Ohjelmiston esitutkimus	17
4.3	Kaukovoimalaitoksen ohjelmiston vaatimusmäärittely	18
4.4	Kaukovoimalaitoksen ohjauskuvaus	18
	Lähteet	19

## Lyhenteet

DCS	Distributed Control System – Hajautettu ohjausjärjestelmä.
QCS	Quality Control System – Laadunhallintajärjestelmä.
Oyj	Julkinen osakeyhtiö
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination.
IEC 61506	Industrial-process measurement and control – Documentation of application software
IEC 61508	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
KLTK	Kattilalaitoksien turvallisuuskomitea
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition

## 1 Johdanto

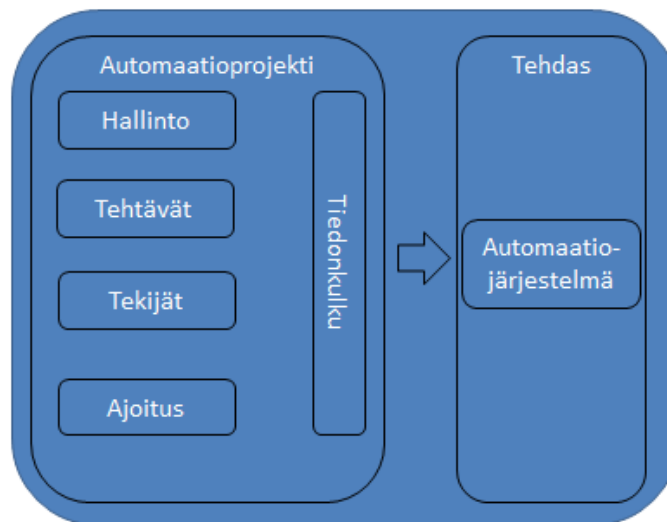
Etteplan Oyj on vuonna 1983 perustettu teollisten laitteiden ja koneiden suunnitteluun, sekä teknisen tuoteinformaation ratkaisuihin erikoistunut asiantuntijayritys. Etteplan Oyj on toimialansa markkinajohtaja Suomessa ja suurimpien alan toimijoiden joukossa Ruotsissa. Etteplan Oyj on pohjoismaiden suurin ja pisimpään Kiinassa toiminut teknisen suunnittelun ja tuoteinformaation ratkaisuja tarjoava yritys. Etteplan Oyj on edelläkävijä tuotteistettujen insinööriyön tehokkuutta lisäävien palveluiden tarjoajana. Etteplan Oyj:n asiakkaisiin kuuluvat johtavat ja globaalisti toimivat kone- ja laitevalmistajat [1].

Prosessiautomaation puolella Etteplan Oyj:n automaatiopalvelut helpottavat yllä pitämään teollisten prosessien suorituskkyä ja tuottavuutta. Etteplan Oyj tarjoaa avaimet käteen – periaatteella kokonaispalvelua, joka voi sisältää niin sähkösuunnittelun, ohjelmistokehityksen, käyttöönoton, projektinhallinnan kuin sähkö- ja automaatiojärjestelmien suunnittelua. Etteplan Oyj:n suunnittelun osaamista tukee syvällisesti automaatiojärjestelmien, kuten hajautettujen ohjaus- (DCS) ja laadunhallintajärjestelmien (QCS) tuntemus. Etteplan Oyj:n instrumentointi- ja automaatiopalveluihin sisältyy muun muassa tuotannon toteutusjärjestelmien suunnittelu, prosessiautomaation ohjelmistosuunnittelu, sekä kenttäinstrumentointi. Etteplan Oyj tarjoaa asiakkailleen myös tehdas- ja järjestelmähyväksyntään liittyviä testauspalveluita, sekä valvonta- ja käyttöönottopalveluita [2].

Tehdasautomaatiossa Etteplan Oyj kuuluu automatisoitujen tuotantosolujen ja tuotantolinjoilla käytettävien teollisuusrobottien huippuosajiin. Etteplan Oyj:ltä löytyy myös muista teollisten tuotantolinjojen automaatiotratkaisuista vahvaa osaamista. Etteplan Oyj tarjoaa koko tuotantolinjalle kattavat automaatiopalvelut tiukimpien turvallisuusvaatimusten mukaan. Etteplan Oyj:n asiantuntijapalveluihin sisältyy ohjelmisto- ja sähkösuunnittelu, ohjausjärjestelmät, kokoonpanon valvonta, testaus ja käyttöönottopalvelut [2].

## 2 Automaatioprojekti

Automaatioprojektin tarkoituksena on tuottaa tehtaan automaatiojärjestelmän toteuttamiseen, käyttämiseen ja ylläpitoon niiden tarvitsemat tiedot, sekä toteuttaa itse järjestelmä. Kuva 1 kuvaa elementtejä automaatiosuunnittelussa. Kaksi suurinta elementtiä kuvaavat suunnittelun kohdetta (tehdas ja automaatiojärjestelmä) ja automaatioprojektia. Automaatioprojekti koostuu suunnittelutehtävistä, joiden toteuttamiseen tarvitsemme esimerkiksi suunnittelijoita, projektipäälliköitä ja käyttäjiä, joilta saamme lähtötietoja. Suunnittelutehtävien lisäksi projektiin kuuluu hallintoa, kuten tehtävien jakamista projektin toteuttajille, niiden ajoituksen hallinta sekä projektin taloudesta huolehtiminen. Tehtävien koordinointi ja riippuvuudet vaativat paljon tiedonkulun hallintaa [3, s. 8].



Kuva 1. Automaatiosuunnittelun elementit [muokattu lähteestä 3, s. 8].

## 2.1 Automaatiosuunnittelu

Suunnittelulla yleisesti tarkoitetaan suunnittelukohteen eli rakennettavan tai laajennettavan järjestelmän kuvaamista sillä tavalla, että sen toteuttaminen, käyttö ja ylläpito mahdollistuvat. Suunnittelun tuloksena syntyy järjestelmän malli. Se on perinteisesti ollut joukko dokumentteja, mutta se alkaa tarkoittaa yhä useammin eri suunnittelijoille yhteistä tietokantaa, niin sanottua tehdasmallia, josta tarvittavia dokumentteja voidaan tuottaa [3, s. 13].

Tässä opinnäytetyössä tehdasmalli kattaa periaatteessa kaikki suunnittelualueet ja niiden osakokonaisuudet, kuten eri osajärjestelmät sekä niiden toiminnan ja toteutuksen. Laajat kokonaisuudet tarkentuvat hierarkkisesti yleiskuvauksista yksityiskohtiin. Tehdasmalli pitää sisällään kattavasti erityyppisiä tietoja. Laitteiden lisäksi se kuvaa toimintaa ja taustalla olevia vaatimuksia. Tehdasmalli on siis eräänlainen lokerikko, johon tietoa täydennetään suunnittelun edistyessä ja edelleen käytön ja ylläpidon aikana (Kuva 2). Vaikka lokeroiden täyttämisympäristystä ei ole tarkkaan määritelty, on projektin kannalta kriittistä, että oikeat asiat selvitetään oikeaan aikaan [3, s. 13].

	Tuotanto-prosessi	Henkilöstö	Toiminta-ympäristö	Automaatio-järjestelmä
<b>Yleiset vaatimukset ja reunaehdot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapasiteetti</li> <li>Turvallisuus</li> <li>Laatu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Määrä</li> <li>Koulutustaso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ympäristö-olosuhteet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hinta</li> <li>Käytettävyys</li> <li>Standardit</li> </ul>
<b>Toiminnot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valmistus-vaiheet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehtävät</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuuletus</li> <li>Lämmitys</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ohjaus-toiminnot</li> </ul>
<b>Toteutus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laitteet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Osastot</li> <li>Vuorot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rakennukset</li> <li>Huoneet</li> <li>Alueet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Laitteet</li> <li>Ohjelmistot</li> </ul>

Kuva 2. Tehdasmallin periaatteellinen jäsenitys kuvausten abstraktiotasojen ja suunnittelualueiden mukaan [muokattu lähteestä 3, s. 13].



## 2.2 Automaatiosuunnittelun lähtötiedot ja vaatimukset

Projektin alkupäässä lähtötiedot ja vaatimukset edustavat automaatiojärjestelmän käyttäjien ja asiakkaan näkökulmaa eli ongelma-avaruutta. Oikea lähestymistapa periaatteessa on analysoida ensin vaatimukset perusteellisesti. Vaatimusten analysoinnin jälkeen määritetään järjestelmän toiminta toteutusriippumattomasti ja siirtyminen toteutukseen tapahtuu vasta viimeisessä vaiheessa. Tällä tavalla säilytetään vapaudet suunnittelussa mahdollisimman pitkään ja kussakin suunnittelun vaiheessa voidaan valita lopputuloksen kannalta kaikkein paras vaihtoehto. Tämä tapa ei kuitenkaan ole kovin tehokas silloin, kun aikataulu on tiukka ja sovellusalue tuttu ja kun tarjolla on valmiita ratkaisuja [3, s. 20].

Koko automaatiohankkeen tärkeimmät lähtötiedot ja vaatimukset löytyvät useimmiten jo esisuunnitteluvaiheessa, jossa tuotetaan informaatiota investointipäätöstä varten. Esisuunnittelun tuloksista on käytävä ilmi mahdollisuudet hankkeen toteuttamiseksi, siihen liittyvät riski- ja turvallisuustekijät ja niiden hallittavuus, sekä alustava kustannusarvio [3, s. 20].

### 2.2.1 Automaatiosuunnittelun lähtötiedot

Automaation määrittely lähtee liikkeelle tuotteesta, tuotannosta, henkilöstöstä ja erityisesti prosessikuvauksesta. Prosessikuvaus kuvaa prosessia tai sen osia, joita automaation on tarkoitus hallita. Kuvaus sisältää mm. seuraavia asioita [3, s. 21]:

- PI-Kaaviot
- ajotapakuvaukset
- eri konfiguraatiot ja käynnistyssekvenssit
- lukitukset
- eri tuotantotilanteet ja niiden vaihtoon liittyvät toimenpiteet
- normaalit ja hätäpysäytykset

Lähtötietojen oikeellisuudella ja oikea-aikaisuudella on erittäin suuri merkitys hankkeen onnistumiselle. Virheet lähtötiedoissa aiheuttavat turhaa työtä ja hankkeen viivästymistä. Optimaalista on, että tiedot tulevat oikein ja ajallaan, mutta joskus automaatiosuunnittelu voi edetä myös epävarman suuruusluokkatiedon pohjalta [3, s. 21].

Projektin lähtötietojen hankinta jää yleensä tilaajan vastuulle ja uusien laitosten tapauksessa lähtötiedot syntyvät pääasiassa prosessi- ja tehdassuunnittelun tuloksena. Vanhoissa laitoksissa lähtötietojen hankkiminen vaatii pahimmillaan olemassa olevan laitoksen läpikäymistä.

### 2.2.2 Automaatiosuunnittelun vaatimukset

Automaatiojärjestelmäsuunnittelun lähtötiedot syntyvät esisuunnitteluvaiheessa prosessikuvauksen perusteella. Nykyisin niillä tarkoitetaan mm. seuraavia seikkoja [3, s. 21]:

- I/O-lukumäärät
- säätöpiirien lukumäärä
- toimilaitteiden mitoitustiedot
- erilaisten näyttöjen lukumäärät
- tiedot henkilöstöstä, laitoksesta ja muista ulkoisista asennuksista, jotka on otettava huomioon

Periaatteessa vaatimukset esittävät siis ne ympäristöön, toimintaan ja käyttöön liittyvät oleelliset ominaisuudet, jotka toimituksen tulee täyttää. Vaatimuksiin saattaa sisältyä lisäksi suorituskyykyyn, käytettävyyteen, luotettavuuteen, päästöihin ja turvallisuuteen liittyviä ominaisuuksia. Vaatimukset kohdistuvat myös toimituksen laadunvarmistukseen ja dokumentointiin. Samaten vaatimuksiin voi kuulua velvoite tiettyjen standardien noudattamiseen [3, s. 21].

Hankkeen alussa esitetyt vaatimukset tarkentuvat projektin edetessä. Yhtenäistä vaatimusmäärittelydokumenttia ei kirjoiteta kovinkaan usein. Vaatimusten jäädytys ajankohta vaihtelee, mutta tyypillisesti se tulee melko nopeasti projektin aloittamisen jälkeen. Esimerkiksi tilaustyönä valmistettavien laitteiden toimitusaikataulut sanelevat usein määrittelyiden jäädyttämisaikankohdan. Muutoksia voi tulla myöhemminkin [3, s. 21].

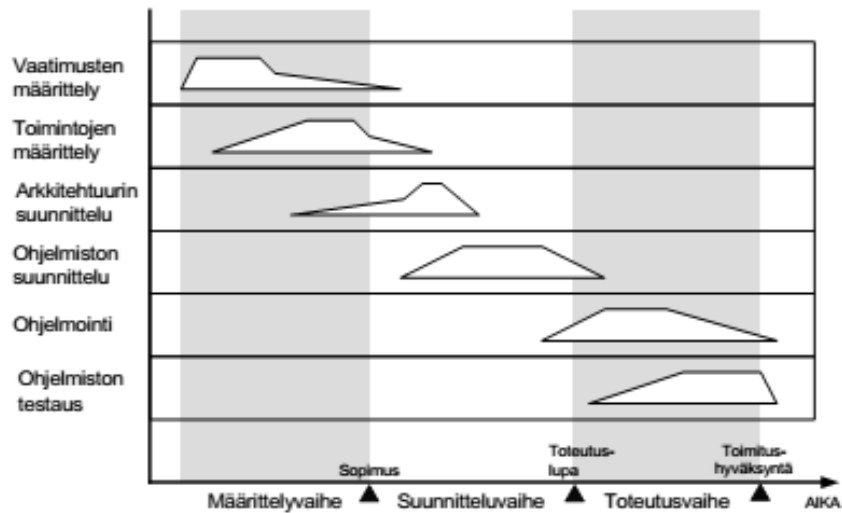
### 2.3 Automaation suunnitteluprosessit

Automaation suunnitteluprosessit ovat monivaiheisia ketjuja, jotka muodostuvat aktiviteeteista. Aktiviteetit jäsentäytyvät hierarkkisesti ja ovat kytkettynä toisiinsa. Jokaisen aktiviteetin tulisi tuottaa tietty tieto tai tiedot suunniteltavan järjestelmän malliin. Aktiviteeteilla voidaan myös täydentää jo olemassa olevaa tietoa. Tällä tavalla suunnitteluprosessi saa iteratiivisen luonteen, jolloin järjestelmän malli jäsentyy ja tarkentuu jokaisen aktiviteetin jälkeen. Automaation suunnittelua ei pitäisi tarkastella kertaluontoisena tapahtumana, vaan jatkuvana prosessina, jossa toteutus, suunnittelu ja arviointi vuorottelevat. Suunnittelu aktiviteetit voidaan jakaa teknisiin, sekä projektin hallinnollisiin tehtäviin. Tekniset tehtävät voidaan jakaa ratkaisujen toimivuuden arviointiin, eli testaukseen ja ratkaisujen tuottamiseen. Projektin hallinnan puolella tehtävät kohdistuvat suunnittelun tulokseen, sekä itse suunnitteluprosessiin [4, s. 13].

Suunnitteluprosessin onnistunut suorittaminen entistä monimutkaisemmissa ja laajentuvissa toimitusprojekteissa vaatii järjestelmällisyyttä, sekä tärkeimpänä suunnittelun tavan edetä ja jakaa tehtäviä. Tästä voidaan todeta, että suunnittelun laatu perustuu pitkälti systemaattisiin toimintatapoihin, lopputuloksen testaamiseen ja valvontaan. Yhä useammat täydelliset toimitusprojektit ovat verkottuneita ja hajautuneita, jopa globaalisti. Tämän takia suunnittelutoimintaa pitää pystyä jakamaan pienempiin osiin ja osoittaa toimittajille, sekä alihankkijoille tehtäväksi [4, s. 13].

Projektin hallitsemiseksi sen edistymistä on mitattava ja tietyissä pisteissä on tehtävä päätöksiä jatkosta, esimerkiksi investointipäätös tai sopimus toimittajan kanssa. Sitä varten suunnittelu jaetaan yleensä peräkkäisiin elinkaarivaiheisiin, joiden välillä on tarkistuspiste eli etappi. Jotta päätökset voitaisiin tehdä, on tiettyjen asioiden oltava tehdas- ja projektimallissa määriteltyinä. Esimerkiksi investointipäätös edellyttää riittävää valmiusastetta sekä prosessi- että automaatiosuunnittelulta. Koska laajan järjestelmän eri osat voivat edetä hieman eri aikataulussa erillisinä osaprojekteina tai alihankintoina, voivat jotkut vaiheet ja etapit koskea vain kyseessä olevaa osuutta. Esimerkiksi automaatioprojektilla on oma aikataulunsa. Koko hankkeella on luonnollisesti omat, osille yhteiset tarkistuspisteet, kuten investointipäätös [3, s. 14].

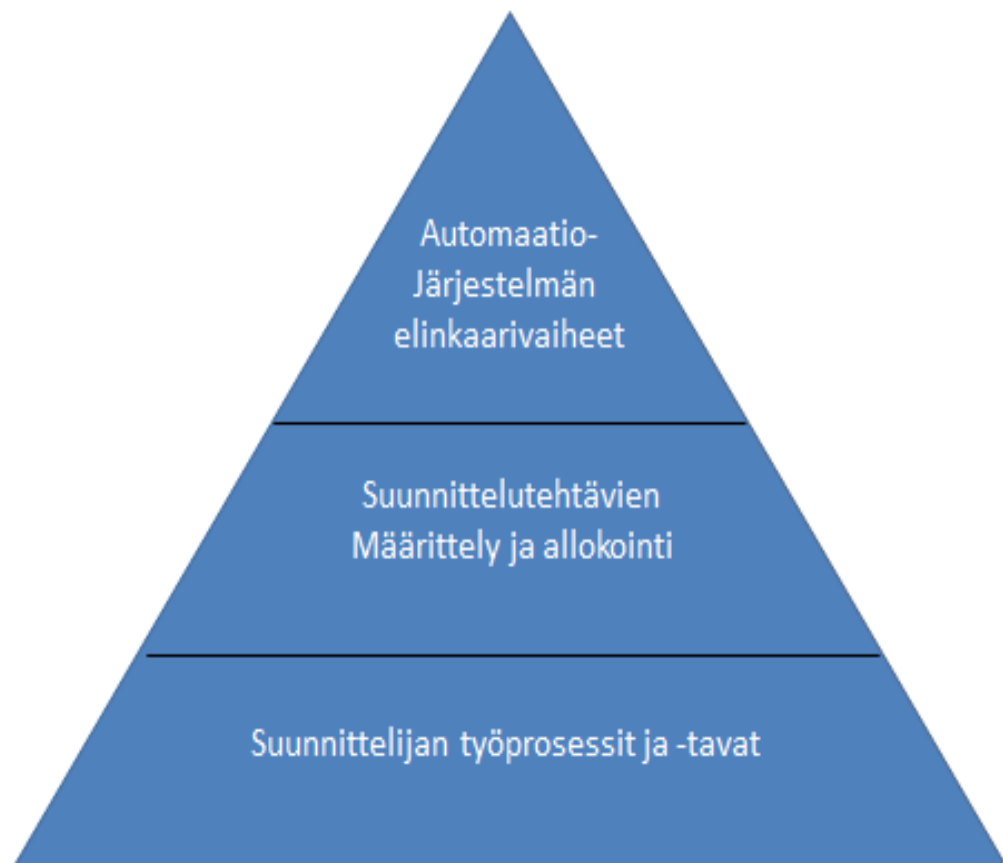
Suunnittelutoiminnassa mallin tiedot täydentyvät ja muuttuvat iteratiivisesti sekä rinnakkain. Jotkin asiat pitäisi ratkaista tietyissä projektin vaiheissa, mutta niiden ajoitukset ovat projektikohtaisia ja usein niiden käsittely venyy pidemmälle ajanjaksolle (Kuva 3). Myöhemmän vaiheen suunnittelutehtävä voi myös täydentää aikaisempaa materiaalia.



Kuva 3. Automaatiosuunnittelun sisällön painottuminen elinkaaren eri vaiheisiin [3, s. 14].

## 2.4 Automaatiosuunnitteluprosessien eri näkökulmat

Suunnitteluprosesseja voidaan tutkia monesta eri näkökulmasta jotka voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri tasoon, kuten kuvasta 4 ilmenee.

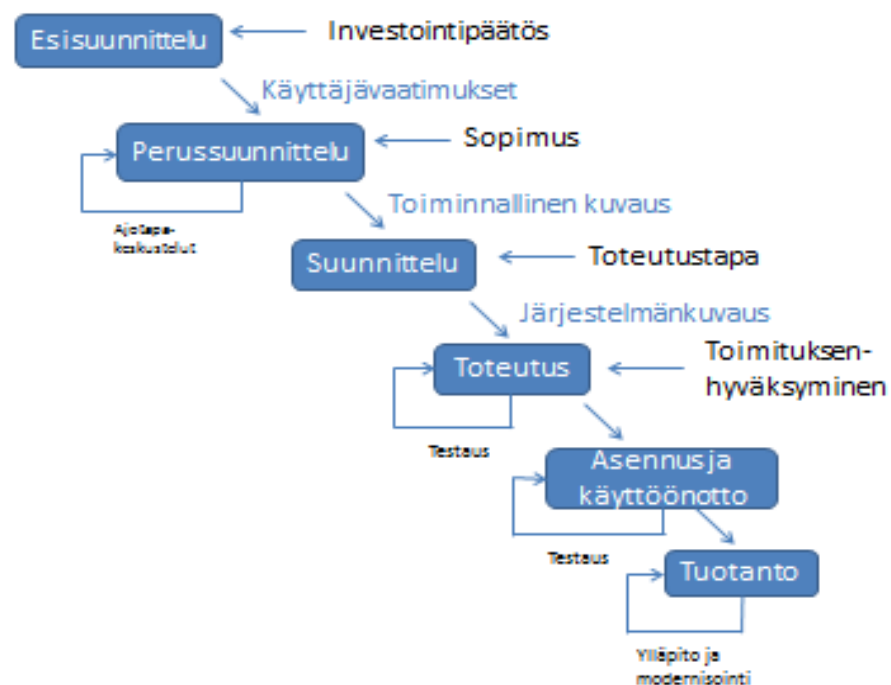


Kuva 4. Automaatiosuunnittelun prosessit eri näkökulmista [muokattu lähteestä 4, s. 14].

### 2.4.1 Automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet

Kuvassa 5 on kuvattuna automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet ja se sijaitsee automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheiden kolmannella, eli korkeimmalla tasolla. Automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet jakavat suunnitteluprojektin vaiheisiin. Tätä korkeinta tasoa kuvaa perinteisesti vesiputousmalli, joka tunnetaan laajalti eri suunnittelualojen keskuudessa. Tässä vesiputousmallissa projekti jaetaan selvästi ajallisesti jäsentyviin tehtäviin (aktiviteetteihin) ja niitä seuraaviin projektin vaiheisiin. Vahvuudet kyseisellä mallilla ovat sen selkeys, joka auttaa sitomaan malliin suunnittelun eri toimintoja [4, s. 13].

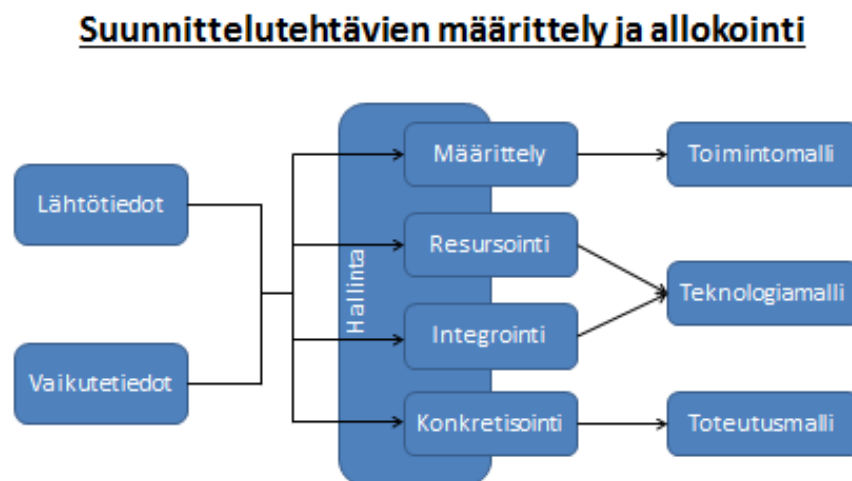
## Automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet



Kuva 5. Automaatiojärjestelmän elinkaarivaiheet [muokattu lähteestä 4, s. 14].

### 2.4.2 Automaatiosuunnittelutehtävien määrittely ja allokointi

Kuvassa 6 on kuvattuna suunnittelutehtävien määrittely ja allokointi ja se sijaitsee automaatiosuunnittelu prosessien toisella tasolla. Kyseisellä tasolla korkeimman tason tehtävät on jaettu suunnittelutehtäviksi, jotta ne voidaan allokoida eri suunnitteluressseille. Suunnittelun tiedot, sekä tulokset kulkevat eri suunnittelutehtävien välillä. Tämän mallin avulla kykenemme ohjaamaan resurssien käyttöä todella tehokkaasti, jolloin pystymme hallitsemaan verkottuneiden suunnitteluorganisaatioiden toimintaa helpommin [4, s. 13].



Kuva 6. Suunnittelutehtävien määrittely ja allokointi [muokattu lähteestä 4, s. 14].



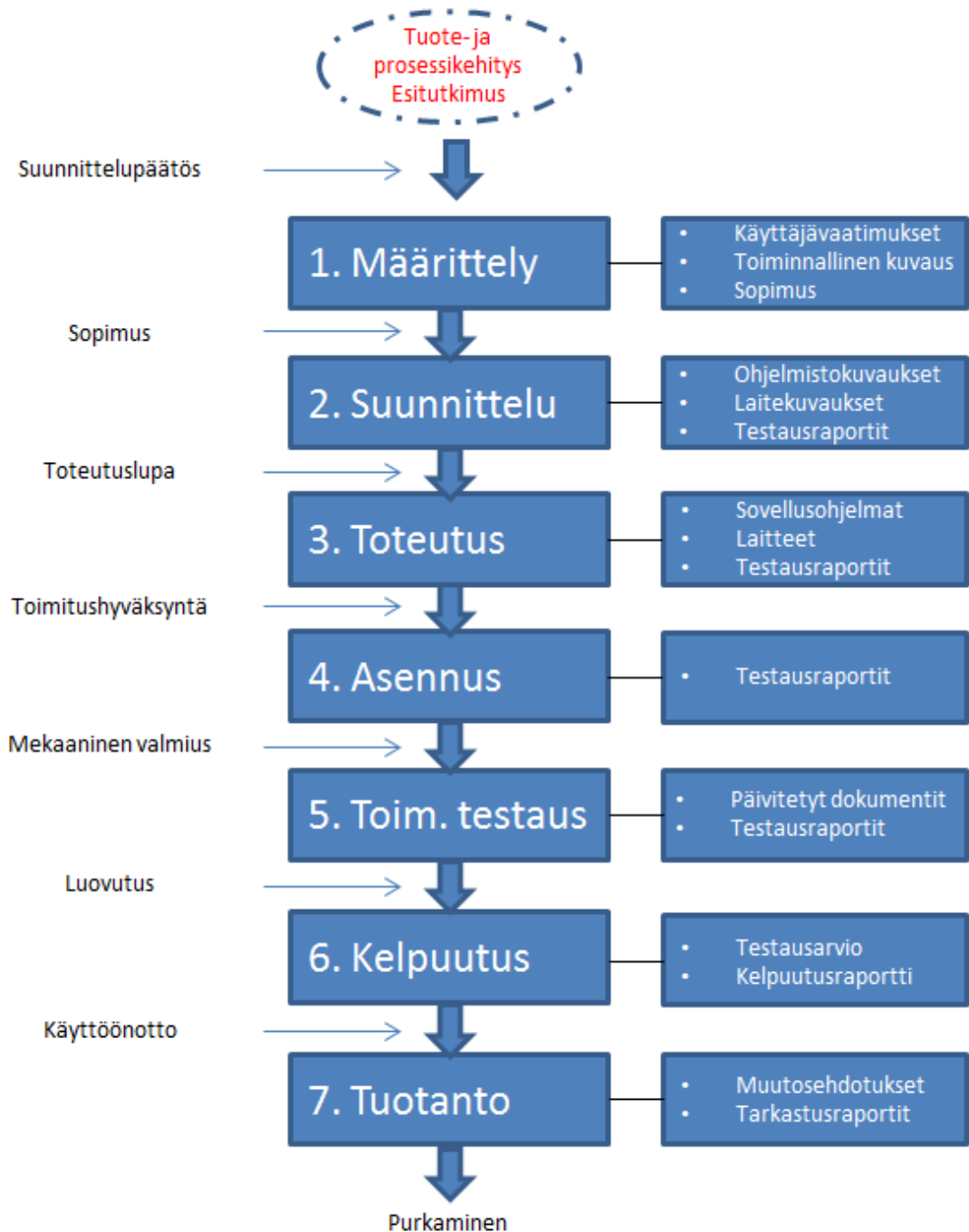
### 2.4.3 Automaatiosuunnittelijan toimintamallit ja työtavat

Automaatiosuunnittelu prosessien alimmalla tasolla sijaitsee suunnittelijan toimintamallit ja työtavat. Nämä suunnittelijan ominaisuudet koostuvat suunnittelijan kokemuksesta, koulutuksesta, sekä työympäristöstä. Tämän tason mallinnusta on dokumentoitu huomattavasti vähemmän kuin aikaisempien tasojen malleja, vaikka kyseisen tason tärkeys tiedostetaan yhä laajenevissa määrin. Suunnittelijan työprosessimallilla pysymme selkeyttämään, sekä ohjeistamaan suunnittelijan toimintaa. Tällä tavalla pysymme yhtenäistämään suunnittelijoiden työtapoja, jolloin suunnitteluprojektin hallinta helpottuu samalla [4, s. 13].

### 2.5 Automaatiojärjestelmän elinkaari

Automaatiojärjestelmän elinkaari jaetaan yleensä eri portaisiin, mutta eri portaiden lisäksi on hyvä tuoda esille käsiteltäviä ja tuotettavia tietoja, käytettäviä suunnittelu-resursseja, tukiprosesseja ja niin edelleen. Eri aloilla ja eri standardien kanssa automaatiojärjestelmän elinkaari kuvataan eri tavalla (esimerkiksi ohjelmistotekniikan SPI-CE ja automaatioalan IEC 61506 ja 61508\*). Myös käytännön projekteissa menettelyt on hyvä sovittaa tapauskohtaisesti [3, s. 15].

Kuvan 7 vasempaan reunaan on merkitty etapit, eli päätöksentekotilanteet. Keskellä sijaitsee elinkaarivaiheet, joihin syvennymme seuraavassa kappaleessa. Kuvan oikeassa reunassa on tulokset, eli kyseisestä vaiheesta tehdyt dokumentit ja raportit.



Kuva 7. Automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheet, niiden väliset aktiviteetit sekä tärkeimmät tulokset [muokattu lähteestä 3, s. 16].

Automaatiojärjestelmän elinkaaren vaiheet voidaan määrittellä lyhyesti seuraavaan tapaan.

- Määrittelyvaihe (specification phase): Automaatiojärjestelmän vaatimukset ja toiminnot määritellään toimittajan puolella tapahtuvaa tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.
  - Esisuunnittelu (preliminary design): Asiakas määrittelee järjestelmän käyttäjävaatimukset, sekä laatii alustavan kelpuutussuunnitelman. Lisäksi esisuunnittelussa arvioidaan järjestelmän hyödyt ja kustannukset investointipäätöksen tekemistä varten.
  - Perussuunnittelu (basic design): Asiakas ja toimittaja kuvaavat automaatiojärjestelmän toiminnot sopimusta, tarkempaa suunnittelua ja toteutusta varten.
- Suunnitteluvaihe (system design): Toimittaja tarkentaa perussuunnittelun aineistot järjestelmän toteutusta varten. Suunnitteluvaiheen päätehtäviä ovat järjestelmäsuunnittelu ja toteutussuunnittelu, sekä testaussuunnitelmien laatiminen. Suunnitteluvaiheen etappina on toteutuslupa järjestelmälle tai sen osalle.
- Toteutusvaihe (implementation phase): Toimittaja valmistaa, kokoaa ja testaa automaatiojärjestelmän. Toteutusvaihe päättyy tehdastestien tultua hyväksytyiksi etappiin nimeltä toimituslupa, jossa asiakas ja toimittaja yhdessä toteavat järjestelmän olevan valmis siirrettäväksi asennuspaikalle.
- Asennusvaihe (installation phase): Automaatiojärjestelmä kaikkine komponentteineen ja ohjelmistoineen toimitetaan asennuspaikalle ja asennetaan. Laitteistotestauksen avulla tarkistetaan, että järjestelmä toimii ja on suunnittelukuvausten mukainen. Asennusvaiheen päättyessä automaatiojärjestelmä on valmis toiminnallista testausta varten (mekaaninen valmis).
- Toiminnallinen testausvaihe (commissioning): Toimittaja osoittaa kylmä- ja kuumetestausten avulla, että asiakkaan tiloihin asennettu järjestelmä vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Hyväksytyjen testausten perusteella järjestelmä vastaa toiminnallista kuvausta ja sopimusta. Hyväksytyjen testausten perusteella järjestelmä voidaan luovuttaa asiakkaalle.
- Kelpuutusvaihe (validation phase): Muodostuu automaation teknisestä loppukelpuutuksesta ja prosessikelpuutuksesta. Kelpuutus on tarpeen erityisesti erityisesti turvallisuuden kannalta vaativissa sovelluksissa (esimerkiksi voimalaitosten suojausjärjestelmissä ja lääketeollisuudessa), joissa vaaditaan järjestelmän laadun dokumentoitua osoittamista. Tosin vastaava jakso voidaan erottaa muistakin kohteista, esimerkiksi takuu-aikana järjestettävänä suorituskykykokeina.
- Tuotantovaihe (production phase, operation phase): Kelpuutettua automaatiojärjestelmää käytetään tuotteiden valmistukseen. Muutokset ovat periaatteessa pieniä projekteja, jotka käynnistyvät määrittelyvaiheessa. [3, s. 16–17].

- Purkuvaihe: Jo suunnitteluvaiheessa on hyvä muistaa, että automaatiojärjestelmän elinkaareen kuuluu myös järjestelmästä luopuminen ja sen hävittäminen. kun tekniikka kehittyy nopeasti, on varauduttava järjestelmien hallittuun uusimiseen. Laitteiston ja kaapeloinnin purkamiseen voi liittyä kierrätys- ja ympäristönäkökohtia [4, s. 23].

### 3 Kaukovoimalaitoksen logiikan muutos

Kaukovoimalaitoksen kattilajärjestelmän automaatio on toteutettu tällä hetkellä Allen-Bradley PLC 2-17 logiikalla. Voimalaitos on päättänyt kuitenkin korvata kyseisen logiikan Siemens S7-logiikalla, koska Allen-Bradley on lopettanut kyseisen prosessorin valmistuksen ja sen saatavuus on erittäin epävarmaa. Modernisaation yhteydessä automaatio muuttuu aikaisempaan verraten mm. siten, että erilliset paikallissäätimet korvataan logiikan sisältämillä säädintoiminnoilla.

Peukalopyörätoiminnot ja paikallinäytöt korvataan PC-näytöillä, jotka on nähtävissä kaukokäyttöjärjestelmässämme NETCON 3000. Kaukokäytön valvomotoiminnot kokonaisuudessaan rakentaa tilaaja toimittajien antamien muistiosoite- ja skaalaustietojen perusteella.

Kattilan poltin tullaan uusimaan modernisaation yhteydessä ja uuden polttimen mukana logiikan tulojen ja lähtöjen määrä lisääntyy.

#### 3.1 NETCON 3000

Netcon 3000 on monipuolinen ja skaalautuva käytönvalvontajärjestelmä jolla on tehokasta käsitellä tietoja reaaliaikaisesti, se skaalautuu pienistä suuriin järjestelmiin, sen prosessitietokanta on kahdennettu, sitä voidaan käyttää hajautetusti usealta työpisteeltä, sillä on monipuoliset raportointitoiminnot ja havainnollinen käyttöliittymä [5].

Netcon 3000 käytönvalvontajärjestelmä on tehokas valvonta-, ohjaus- ja tiedonkeruujärjestelmä (SCADA) energiantuotantoon ja jakeluun [5].

Hajautettu käytönvalvontajärjestelmä skaalautuu yhdestä pienille sovelluksille tarkoitetusta tietokoneesta hajautettuihin, verkotettuihin, usean tietokoneen joukkoihin, jotka

soveltuvat laajoille sovelluksille. Tietokantapisteitä voi yhdessä järjestelmässä olla muutamista sadoista jopa miljooniin [5].

Netcon 3000:lla on laaja asennuskanta ja järjestelmiä on asennettu runsaasti kattaen erilaisia sovelluksia ja teollisuudenaloja kuten sähköntuotanto, siirto ja jakelu sekä kaukolämpö [5].

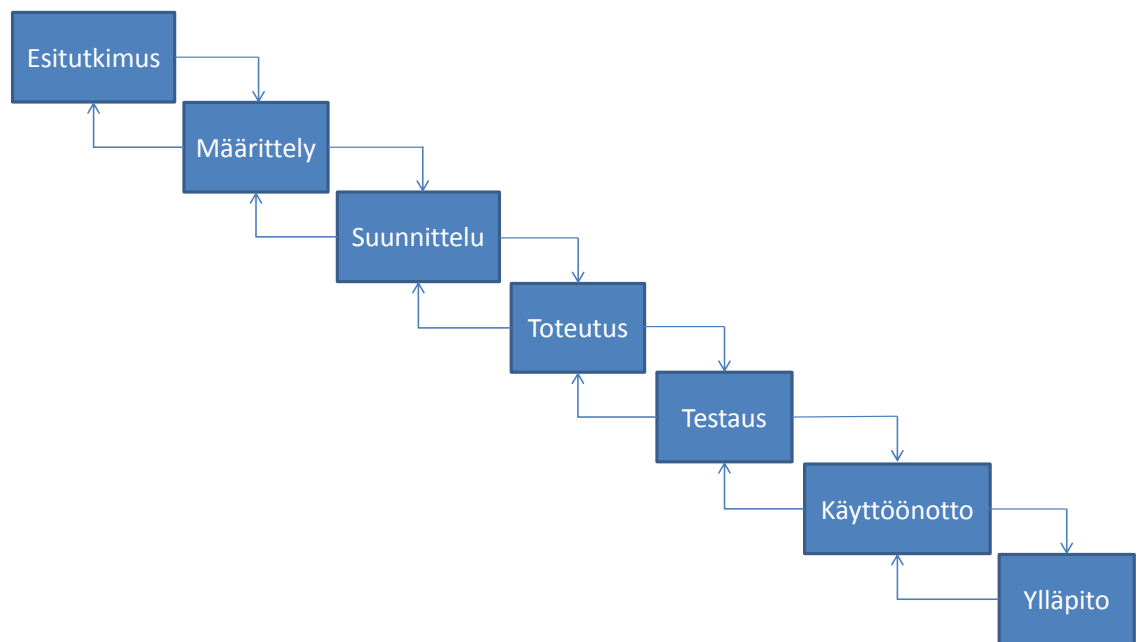
## **4 Kaukolämpölaitoksen ohjelmiston suunnittelu**

### **4.1 Kaukovoimalaitoksen ohjelmistosuunnittelu**

Ohjelmistosuunnittelu on osa kaukovoimalaitoksen modernisaation suunnittelua. Kyseinen sana ohjelmistosuunnittelu on suomennettu englannin kielen sanasta "Software Engineering". Termi tarkoittaa ohjelmistotyötä, jonka tuloksena syntyvä järjestelmät valmistetaan tietyn aikataulujen ja kustannusarvion mukaisesti siten, että sen käyttäjien toiveet täyttyvät [6, s. 8].

Ohjelmistotuotantoon kuuluu kaikki osa-alueet ohjelmiston tuotantoprosessista joita ovat: laaturjestelmä, dokumentointi, tuotteenhallinta, laadunvarmistus, määrittely, suunnittelu, testaus, toteutus, käyttöönotto ja ylläpito (Kuva 8). Ohjelmistosuunnittelussa ei kuitenkaan toteuteta testausta, käyttöönottoa, ylläpitoa, eikä toteutusta [6, s. 8].

Ohjelmistotuotanto tapahtuu yleensä projekteissa ja se jaetaan käytännön syistä kahteen rinnakkain etenevään osa-projektiin. Yleisin tapa on jakaa projekti määrittelyprojektiin sekä toteutusprojektiin [6, s. 8].



Kuva 8. Ohjelmistosuunnitteluprojektin vesiputousmalli [muokattu lähteestä 6, s. 8].

#### 4.2 Ohjelmiston esitutkimus

Esitutkimuksen on tarkoitus tuottaa tietoa ohjelmiston kehittämisestä päättävälle, sekä määrittää selvät lähtökohdat mahdolliselle tietojärjestelmän rakentamishankkeelle [6, s. 9].

Esitutkimus tuottaa vastauksen kysymykseen, miksi ohjelmisto tulisi modernisoida ja miksi sitä ei tulisi modernisoida [6, s. 9].

Esitutkimus kuvitellaan osaksi määrittelyvaihetta, koska asiakasvaatimusten analysointi jatkuu yleensä koko määrittelyvaiheen ajan [6, s. 9].

#### 4.3 Kaukovoimalaitoksen ohjelmiston vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyksi kutsutaan dokumenttia, johon sisällytetään järjestelmän eri sidosryhmien vaatimukset [6, s. 9].

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena on kuvailla järjestelmän toiminta ja mitä sen pitäisi tehdä. Kehittäjiä sekä asiakkaiden tulee olla yhtä mieltä tästä kuvauksesta. Tämän saavuttaakseen pitää kuvata käyttäjät muut systeemit ja toimittajat, jotka ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Vaatimusmäärittely ei ota kantaa järjestelmän tekniseen toteutukseen. Määrittelyvaiheessa hankituista asiakasvaatimuksista johdetaan ohjelmistovaatimukset, jotka määrittelevät toteutettavan ohjelmiston [6, s. 9].

#### 4.4 Kaukovoimalaitoksen ohjauskuvaus

Ohjauskuvauksella tarkoitetaan projektin lähtötietoina saatua kuvausta, missä sanallisesti selitetään eri kenttälaitteiden, kuten moottoreiden sekä venttiilien toiminta tietyissä ohjelman vaiheissa [7, s. 11].

Ohjauskuvausten pitäisi yleensä tulla prosessisuunnittelijalta. Joissakin yksinkertaisissa prosesseissa ohjauskuvaus on niin kattava, että sen voi sellaisenaan luovuttaa ohjelmoijalle lähtötiedoksi ohjelmarakenteeseen. Laajemmissa prosesseissa jonkun tasoinen ohjauskuvausprosessi suunnittelijalta tulee, mutta valitettavan usein prosessisuunnittelijalta ei löydy automaatiotaustaa. Tästä syystä ohjauskuvaus keskittyy yleisemmin prosessin ohjaukseen, eikä siitä välttämättä selviä tarkasti esimerkiksi jonkin tietyn pumpun pyörintänopeutta. Tämän tapaisen kuvauksen voi myös antaa ohjelmoijalle, mutta ohjelmoija joutuu käyttämään paljon aikaa sen miettimiseen, miten laitteiston pitäisi toimia käytännössä. Tähän tulkkaamistyöhön olisikin hyvä panostaa, jotta ohjauksia saataisiin yhtenäistettyä ja saataisiin hyvät dokumentaatiot, miten ohjaukset oikeasti toimivat. Nämä dokumentit osoittautuisivat todennäköisesti hyödyllisiksi myös laitteiston myöhemmässä elinkaarivaiheessa, koska usein vaativimmissa ohjauksissa tulee tarvetta selvittää myös esimerkiksi, miten voidaan tehdä tarkka generointi jollekin venttiilin ohjaukselle tai häiriölle [7, s. 11].

Tässä projektissa, sekä yleisesti kaikissa tulevilla projekteilla tulisi yrittää yhtenäistää logiikkaohjelmia, koska se tekee logiikkaohjelmien muutoksista ja lisäyksien hallinnasta helpompaa ja sulavampaa riippumatta siitä, onko ohjelmoija ennestään tehnyt kyseisen ohjauksen vai ei. Tällä pyritään poistamaan tiettyyn ohjelmoijaan kohdistuvasta riippuvuudesta. Jos ohjelmistokokonaisuuksien toteutukselle ei ole minkäänlaista ohjenuoraa tai vakiomenettelyä, ohjelmistosta tulee hyvin nopeasti sekavia ja ohjelmoijansa näköisiä. Tämänlaiseen ohjelmaan on käytännössä muun kuin itse ohjelmoijan lähes mahdoton alkaa tekemään muutoksia. Asiakasyritykset eivät halua olla riippuvaisia yhdestä tietystä toimittajasta ja he haluavat vapauden valita automaation toimittajan myös jatkossa ja usein asiakkailta löytyy tämän takia omat kirjastot ohjelmistoja varten. Tämä tuo asiakkaille edun laitteiston kunnossapitoon ja asiakkaan omat automaatioresurssit pystyvät muokkaamaan ohjelmaa mikäli heidän tarvitsee [7, s. 11].

## 5 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin todella kattavasti automaatio suunnitteluun, siihen mitä se sisältää ja mitä suunnitteluprojektit vaativat eri vaiheilta. Opinnäytetyöni selittää miten jokaista automaatioprojektia jaetaan aktiviteetteihin ja esittää yleispätevästi hallinnollisia sekä teknisiä tehtäviä.

Ohjauskuvaukseen perehtyminen sai minut ymmärtämään kuinka paljon hyvin tehdystä lähtötietopaketista on hyötyä projektin etenemisen kannalta. Toivoisin, että tulevaisuudessa prosessinsuunnittelijalla olisi ainakin perusteet automaatiosta jotta hän voi tarjota automaatio suunnittelun kannalta oleellisen informaation projektin suunnittelijoille.

Automaation määrä Suomessa, sekä globaalisti tulee nousemaan tulevaisuudessa todella paljon. Kun automaatioprojektit saadaan samankaltaistettua ja suunnitteluprosesseihin saadaan sovittua yhteiset linjat, saadaan projekteista nopeampia ja tämä edes auttaa automaation käyttöönottoa ja ylläpitoa.

Harmillisesti jouduin opinnäytetyön tarjonneen yrityksen puolesta torjutuksi vaikka tarjouduin työskentelemään heidän tiloissaan, että olisin työhön liittyen voinut haastatella suunnittelijoita ja kysyä neuvoa kun tarvetta tuli. Sähköposteihini vastattiin todella hei-



kosti ja työ jäi hetkeksi seisomaan, koska en saanut pyytämiäni tarvittavia materiaaleja. Iso kiitos opinnäytetyön aiheesta Etteplan Oy:lle sekä opinnäytetyöni ohjaajalle Kristiinan Junnolle tarjoamistaan avuista, että pääsin työssäni eteenpäin ja sain sen vietyä loppuun asti.

## Lähteet

- 1 Avaintiedot. <http://www.etteplan.com/about-etteplan/key-facts.aspx>. Luettu 16.11.2014.
- 2 Automaatiosuunnittelu. <http://www.etteplan.com/expertise-and-offering/engineering-areas/automation.aspx>. Luettu 16.11.2014.
- 3 Suomen Automaatioseura ry (SAS), 2007. Automaatiosuunnittelun prosessimalli – Yhteiset käsitteet verkottuneen suunnittelun perustana. SAS julkaisusarja nro 35, SAS, Helsinki.
- 4 Rask, Outi. Automaatiosuunnittelu, ASE-2170 Automaatiojärjestelmät ja suunnittelu. TTY
- 5 Netcon 3000. <http://www.netcontrol.fi/fin/tuottet/valvomot/netcon-3000/>. Luettu 5.4.2015.
- 6 Toivola, Jukka. 2007. Toiminnanohjausjärjestelmän suunnittelu Parma Oy:n Hyrylän tehtaalle. Leppävaara. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2118/Toivola\\_jukka.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/2118/Toivola_jukka.pdf?sequence=1). Luettu 3.3.2015.
- 7 Halla, Sami. 2014. Vehnämyllyn ohjauskuvaus. <http://www.theseus.fi/xmlui/bitstream/handle/10024/69957/Ohjausku.pdf?sequence=1>. Luettu 27.3.2015.